

スギ中目材による内装材の開発

1998年度～2001年度(県単)

豊嶋 勲 菱田重寿 近藤和幸
岡田博昭 大林育志

要 旨

スギ中目材の材色は心材が赤系統から黄系統、黒褐色系統など多岐にわたる。これらを丸太段階で分類し、色の均一な材料を効率よく集め、色の豊かさを生かした内装パネルの開発を行った。またパネルの材色は光によって材色変化が生じるため、品質保持を目的として材色の耐光性向上方法についても検討した。その結果丸太の木口切断直後の材色から乾燥切削後の板材材色を推測することの可能性が認められた。スギの特徴を生かせるパネルの製造方法としては辺心材間の色差が大きいことを利用した文字看板やグラデーション等材色の豊かさを利用して町章等絵や模様を描いたパネルが有効と思われた。スギ材のパネルは耐光性が低く、室内南向き設置で1年持たないが、辺材部にポリエチレングリコールの15%水溶液1回塗り、心材の黒褐色系統にはセミカルバジド塩酸塩5%1回塗り、塩化アンモニウムの15%1回塗りで変色防止の効果が認められた。

I. 目的

スギ資源として豊富にあるスギ中目材の利用拡大を図るため、スギの内装材への利用開発を行う。スギ中目材のうち並材は丸太ごとの心材色の変化が大きく、節等の欠点も多いことなどの理由のため、内装材として利用しにくい状況にある。これに対してヒノキは比較的材色変化が小さく、淡く明るい材色を有しているため、同質の材料が得やすく利用がしやすいといわれている。スギで材色など材質の均一な材料を得るためには、丸太段階で心材色による区分を行い、目的とする材色の丸太を効率よく集めることが必要と思われる。本研究では、材色をいくつかに分類し、丸太段階での心材色を予測する方法を究明し、材色分類されたスギ材により、スギの特徴を生かした内装材の製造方法および製品の品質安定性について検討した。

II. 試料と方法

1. 中目丸太の心材に関する材質調査

(1) 中目丸太の心材色

試験林から採取した伐倒後3ヶ月程度の中目丸太約50本の元口を図-1に示したように木口面(A面)の心材部の心材色についてハンディカラーテスター(CR-310:ミノルタ製)を用いて、測定点が重ならないようにランダムに3点を測定した。さらに元口面をチェーンソーで5cm切り落とした直後の木口面(B面)を同様な方法で心材部の材色測定を行った。

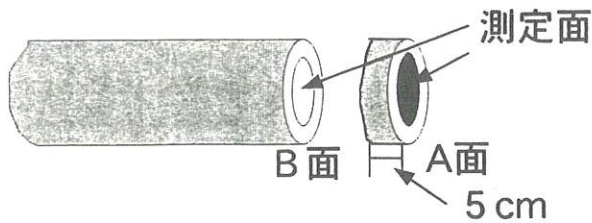
さらに採取した円盤を用いて黒心・赤心の目視による判定を試み、客観的数値と比較した。

色彩はJIS Z8729の明度と色度を採用した。なお材色の数値による表示はJIS Z8729によって以下次のように表すこととした。

明度： L^* 、色度： a^* 、 b^*

彩度： $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$

色差： $\Delta E = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}$



図一 丸太木口面の材色測定部位

(2) 中目丸太の心材率

元口から切り取った円盤によって心材率を測定した。測定方法は林木育種センターの「次代検定林の材質調査要領」（平成8年4月）に基づいて行った。

2. 板材の心材色調査

(1) 乾燥・切削後の板材の心材色

丸太の製材直後、得られた板材（寸法長さ2000×幅150×厚さ27mm）について、含水率が20%以下になるまで、天然乾燥したした後、一定間隔で心材部を10点測定してその平均値を板材の材色とした。プレーナにより表面を表裏2mmづつ程度切削し、20mm厚にした後、同様に一定間隔で心材部を10点測定してその平均値を板材の材色とした。測定面は基本的に板目面とした。測定面に節等の欠点が存在した場合は、意図的に測定面をずらして測定を行った。

(2) スギ心材色の材色分類

スギの心材色を①薄赤色～明赤色②黄色～橙色③暗赤色④褐色～黒褐色に分類できると仮定して、乾燥切削後の板材を4つの色に分類した。その各グループの材色数値を決定した。分類は木材加工に携わる研究員3名によって行った。

3. 材色区分したスギ材による内装パネルの試作

(1) 試作品1

モルダーで仕上げ加工した板材を用いて、材色のバラツキの小さい内装パネルの作成をコンセプトとして試作品を製造した。内装パネルの種類は黄橙色、淡赤色、暗赤色、混色の4種類とした。

(2) 試作品2

70mm正方形の木タイルを作成し、スギの材色の幅広さを活用した内装パネルの作成をコンセプトとして、赤黄系の彩度 C^* の高い順に並べるY Rグラデーションを利用した模様を描いた試作品を製造した。パネル寸法は1800×1800mmとした。

(3) 試作品3

50mm正方形の木タイルを用いて、文字を描いた看板を試作した。スギ辺材の白色を文字に用いてスギの特徴である心・辺材間の色差が大きいことを利用した。

4. スギ内装パネルの材色安定化試験

(1) 心材色の耐光性調査

約1年室内で展示してある試作品2について1年後の材色を測定し、材色の品質変化の傾向を調査した。展示パネルは室内で、南向き、晴天の日は一時的、局部的に太陽光が直接当たる状態に設置されていた。

(2) 心材色の耐光性付与に関する試験

スギ内装パネルの材色的な品質を保持するため、薬剤、塗料を塗布することによって耐光性を向上させる方法について検討した。用いた薬剤および市販の塗料を表一に示した。塗布方法はすべて1回塗りとして、薬剤濃度は15%とした。塗料については処方に従って2回塗りとした。塗布後一昼夜放置して表面が乾燥した後に耐候試験器を用いて促進光変色試験を行った。暴露条件は以下の通りである。

温度：42℃、湿度：50%

放射照度：48 W/m²

波長：300～400nm

暴露時間 100h

さらに効果が得られた薬剤の濃度依存性について調査し、最適な（経済的かつ効果的）塗布濃度について検討した。

表一 1 試験に使用した薬剤および塗料

	薬剤および塗料名
1	重亜硫酸水素ナトリウム
2	酢酸アンモニウム
3	塩化アンモニウム
4	メタ重亜硫酸ナトリウム
5	ポリエチレングリコール#2000
6	アレックス3550グラー (和信化学)
7	クエン酸水素二アンモニウム
8	亜硫酸アンモニウム
9	重炭酸アンモニウム
10	ベンゼンスルホン酸アンモニウム
11	アスコルビン酸
12	セミカルバジド塩酸塩

III 結果と考察

1. 中目丸太の心材に関する材質調査

(1) 中目丸太の心材色

丸太木口A面の材色数値はL*が24.84~45.62、a*が6.55~17.09、b*が8.59~26.86の範囲であった。B面についてはL*が37.88~52.99、a*が11.74~16.91、b*が13.56~25.16であった。空気や雨水に3ヶ月程さらされたA面よりB面の方が、全体的に高い値を示した。図-2にA面のL*とC*の関係を示した。図中の黒丸は目視で黒心と仮定したもの、白丸は赤心であると仮定したものである。L*とC*の関係から黒心と赤心の区分がある境界線で明確に区分できた。このことは、目視により、黒心を仮定することによって、機械的に区分できる可能性を示している。

次にB面の機械的色彩数値のL*とC*の関係を図-3にプロットした。黒丸はA面で黒心と判定

されるとした丸太を表している。この図からはA面が黒心と判定された丸太でも内部は赤心材と同程度の色彩数値を示す丸太があることを示している。つまりこのまま外気や雨水にさらされず乾燥できれば、黒心ではない材料が得られる可能性がある。

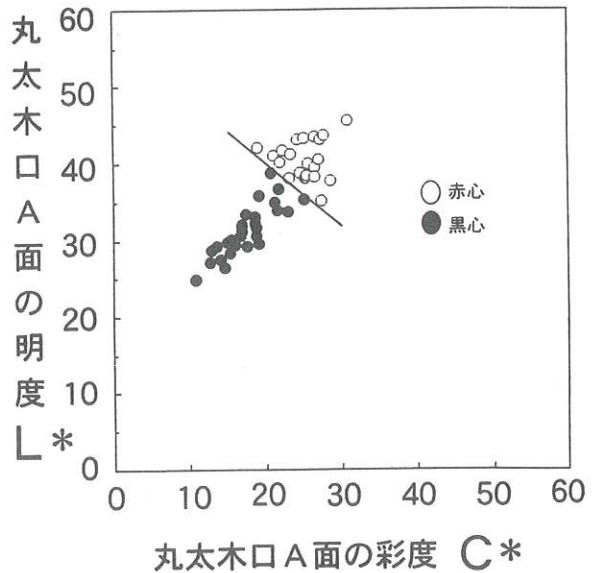


図-2 丸太木口A面のL*とC*の関係

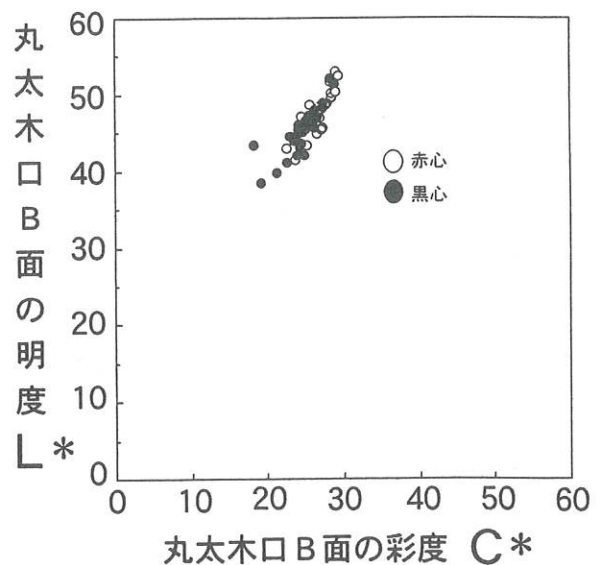
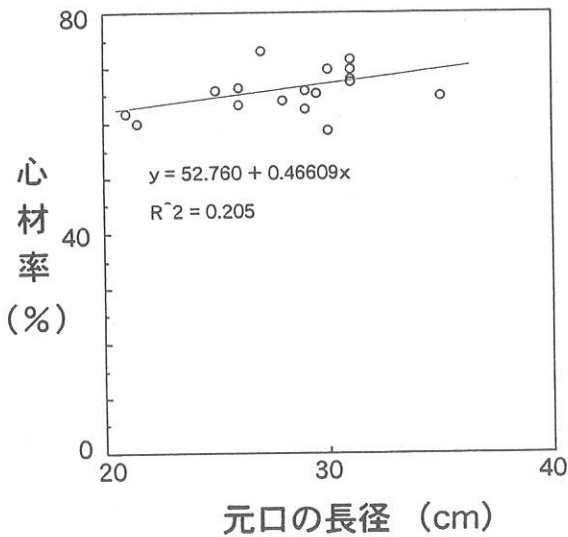


図-3 丸太木口B面のL*とC*の関係

(2) 中目丸太の心材率

元口の長径と心材率の関係を図-4に示した。

長径が大きくなるほど心材率も増加する傾向が見られた。元口の長径21~35cmの丸太の平均心材率は65.9%であった。このことから丸太が真円で、細りもないと仮定すると、直径30cmの丸太で、厚さ20mm、幅150mmの板材をとった場合、理論的には辺材の板材が6枚、心材の板材が10枚とれる。



図一四 スギ中目丸太の心材率と長径の関係

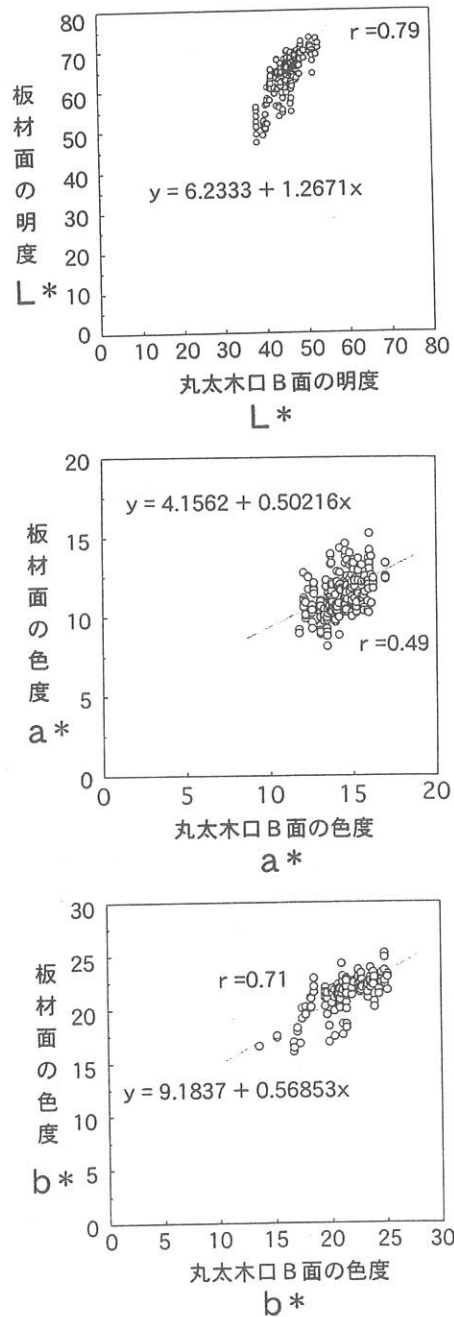
2. 板材の心材色調査

(1) 乾燥・切削後の板材の心材色

乾燥後の板材表面の材色数値はL*が39.4~64.48、a*が8.11~16.23、b*が11.42~27.4の範囲であった。切削後の材色数値はL*が48.5~72.98、a*が8.85~15.20、b*が14.74~24.99であった。切削後の板材表面の材色は、切削前に比べて、範囲が狭くなり、バラツキは小さくなった。a*、b*ともに切削前に小さい数値であったものは増加し（鮮やかさと明るさが増す）、大きな数値であったものは減少する（鮮やかさと明るさが減少する）傾向にあった。これは製材後、含水率の高い状態で、空気にさらされた部分が急速に鮮やかさを失う方向に材色変化するものがあるが、乾燥後に切削した内部の部分は大きな変化がなかったことを示し

ている。以上のことにより、丸太状態で乾燥するなど外気に直接ふれずに乾燥することで、心材色の黒色化はかなり防げる可能性があると思われた。

次ぎに切削後の板材表面の材色を予測する方法として、丸太木口面の心材色と板材表面の心材色の関係を求めた。丸太木口B面と切削後のL*、a*、b*それぞれの関係を図一五に示した。



図一六 丸太木口B面と板材のL*, a*, b*の関係

A面との相関係数は、それぞれL*で0.615、a*で0.114、b*で0.510、木口面をカットした直後のB面との相関係数は、それぞれL*では0.795、a*では0.486、b*では0.711といずれもA面よりは高い相関が得られた。このことは外気や雨水にさらされたA面より外気の影響を受けていないB面の方が、実際に内装材等の建材として使用される乾燥切削後の板材表面の材色を表していることが認められた。

(2) スギ心材色の材色分類

スギ板材の心材色を黄橙色、淡赤色、明赤色、暗赤色、黒赤色のどれかに当てはまると仮定し、目視で分類した。分類された材の機械的数値a*、b*によってプロットした結果を図-6に示した。明度L*を用いずに、色度a*、b*のみで心材色のグループ分けが可能と思われた。

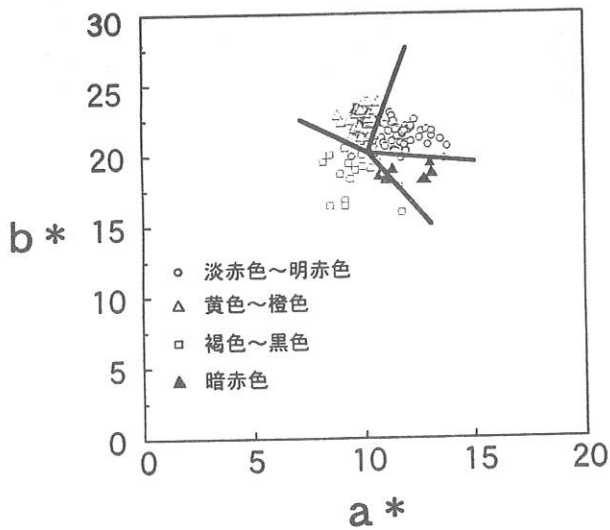


図-6 色度 a*、b*によるスギ心材色の分類

試験林から伐採した丸太50本のうち上記の心材色グループの板材がとれる丸太の割合を図-7に示した。淡赤色～明赤色に区分された板材が最も多く、54%を占めた。次いで黄橙色は27%で、最も少なかったのは暗赤色の5%であった。本試験では黒褐色など黒心に区分された丸太は、暗色枝枯

病の影響を受けていると思われるものがほとんどであった。

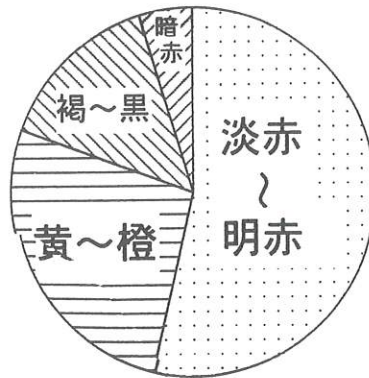


図-7 試験林から伐採した丸太の心材色出現率

次にそれぞれの心材色別に、1枚の板材（長さ2000mm×幅100mm）における材色のバラツキについて調査した結果を図-8に示した。材面の色が最も安定したグループは黄橙色で、淡赤色が同程度であった。最も色差が大きかったのは暗赤色で、1枚の板材内でもかなりの色の違いが認められ、色が著しく異なるとされる色差が6.0以上を示した。この板材寸法での均一な材色を持つものは得にくいと思われた。

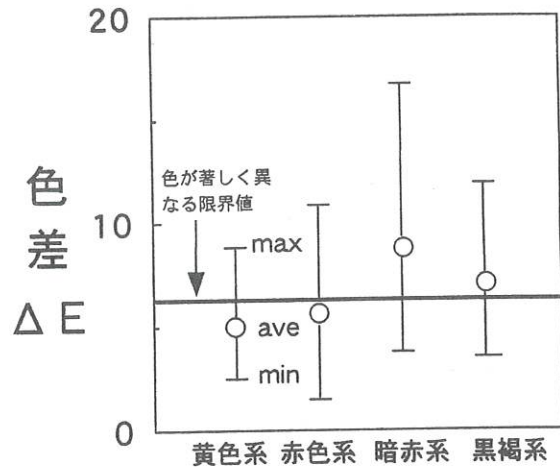


図-8 1枚の板材面における材色の変化

図-9に同一の丸太から得られた数枚の板材間の材色のバラツキを色差で表した。黄橙色が最も

板材間のバラツキが小さく、1つの丸太から安定した均一な材色の板材が得られることがわかった。最もバラツキが大きいのは黒褐色であった。これは暗色枝枯れ病が年輪に沿って部分的に黒変しているためと思われる。

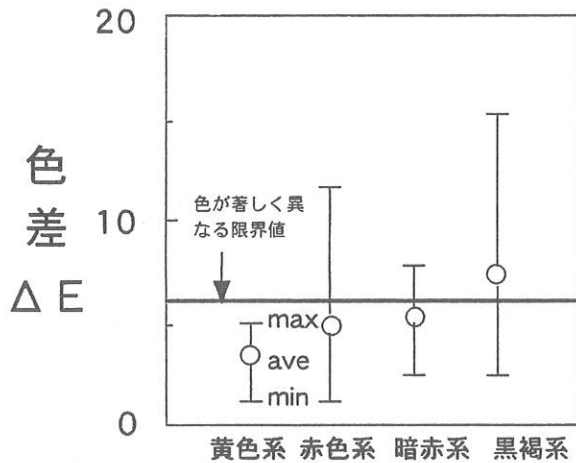


図-9 1本の丸太から得られた板材間の材色差

2. スギパネルの試作品製造

材色を統一したパネルは、落ち着いた感じを与え、区別の有効性が示されたが、淡赤色、黄橙色以外の材色パネルは、同一板材内における色差が大きいことや数量が少ないことが短所であった。

写真-1に示した鳳来町の町章を描いたパネルは、辺材の白色から心材の赤、黄橙、黒褐色までの材色の変化の大きさをYRグラデーション(木タイル間のわずかな色差を利用する)に利用できることや、小片(木タイル)にすることで黒褐色、暗赤色などの1枚の板内でも材色変化が大きいという短所を補うことができた。写真-2の文字看板については辺材を文字に使用した。辺材の白色と最も色差の小さい黄橙色でも色差が平均値で14.21あることから、バックに心材色を用いて、文字を浮きだたせることが可能である。

以上のことから材色を有効に分類していくことで、スギ単独でも変化に富んだ数種のパネルを作

成することが可能であった。

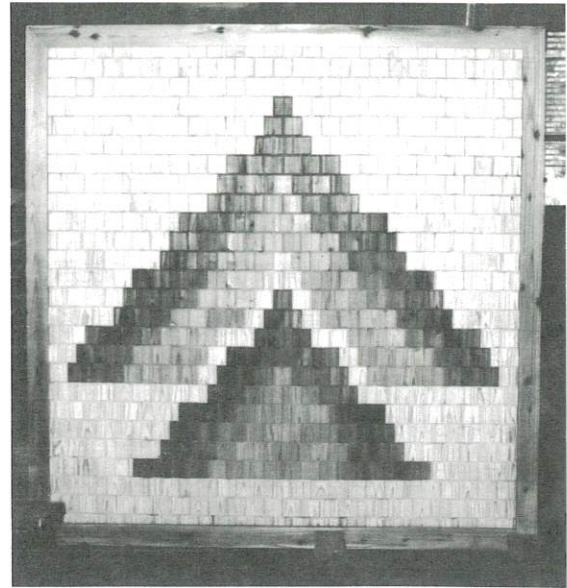


写真-1 町章マークを描いたスギパネル

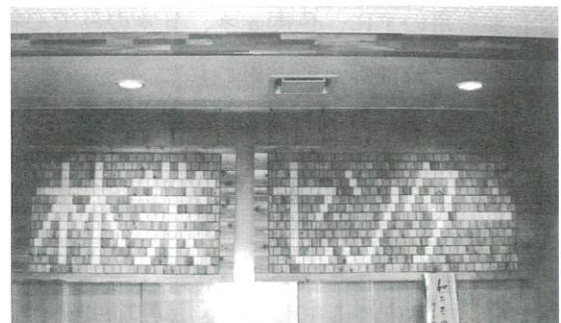


写真-2 スギ材による文字看板

4. スギ内装パネルの材色安定化試験

(1) 心材色の耐光性調査

図-10に1年後の色変化をL*, a*, b*によって表した。最も色差の大きかった心材色グループは黒褐色系のグループで $\Delta E = 6.42$ であった。次いで赤色系のタイルで $\Delta E = 4.70$ 、最も小さかったのは黄色系で $\Delta E = 3.18$ であった。辺材の白色は変化が最も大きく $\Delta E = 10.63$ であり。心材色がすべて赤みが減少するのに対して、赤みが増す方向に材色が変化した。一方、黄みはすべての試験体で増加する傾向にあり、パネルの材色は1年後には全体的に単一色に近づく傾向にあることが認められた。

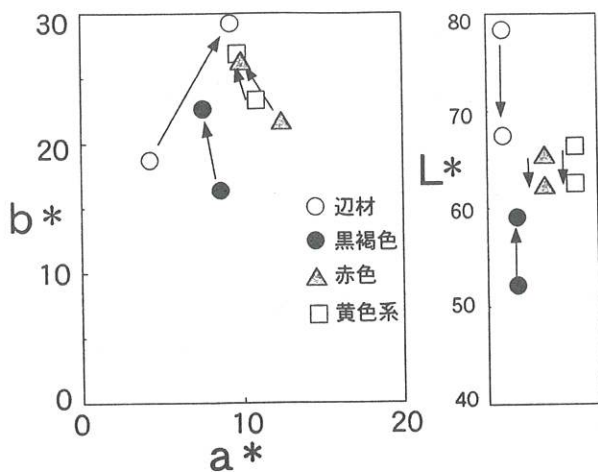


図-10 室内設置パネルの材色変化

(2) 心材色の耐光性付与に関する試験

辺材の白色、心材の赤色系、黄色系、黒褐色系の4つのグループの各薬剤・塗料による耐光性効果を ΔE によって図-11a, b, c, dに示した。辺材で最も効果の認められたものはポリエチレングリコール#2000 (PEG)であった。心材色でも黄色系はPEG#2000が有効であったが、市販の水性塗料アクレックス3550クリヤーの2回塗りが最も有効であった。1回塗りでは有効性は認められなかった。赤系では無処理に比較してわずかに ΔE を小さく抑えられるものがあったが、赤みの材色変化を抑えるのに有効性は認められなかった。黒褐色系では塩化アンモニウムとセミカルバジド塩酸塩が最も有効であった。

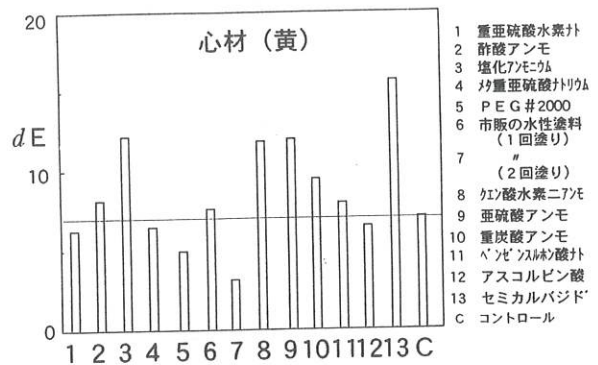


図-11b 黄色系の光変色度

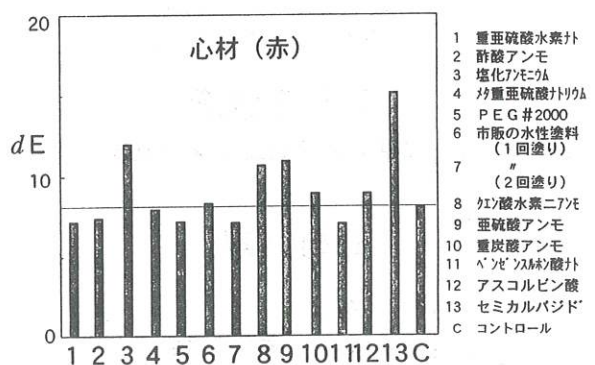


図-11c 赤系統の光変色度

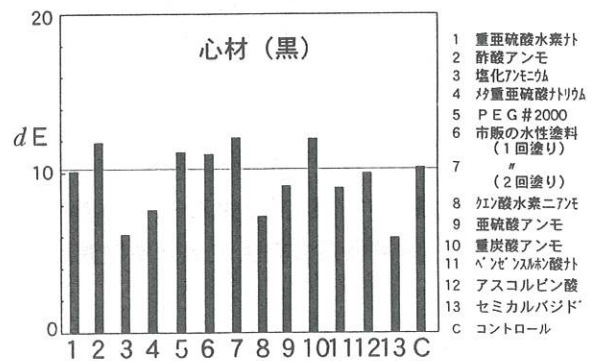


図-11d 黒褐色系の光変色度

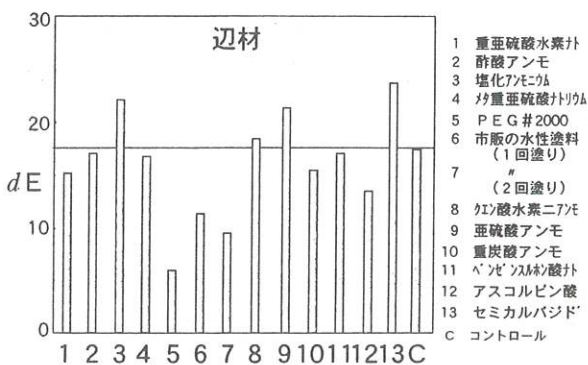
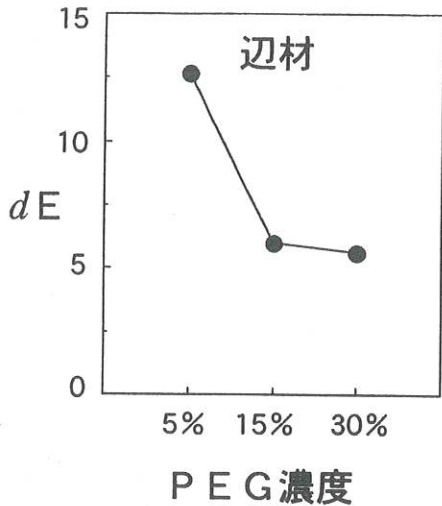


図-11a 辺材の光変色度

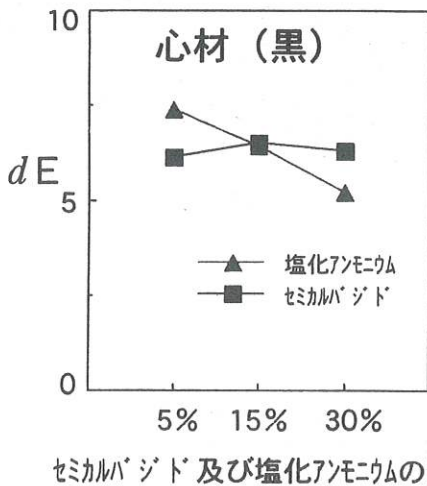
辺材に有効であると認められたPEG#2000と心材黒褐色系に有効であると認められたセミカルバジド塩酸塩と塩化アンモニウムの濃度依存性について同様に試験した結果を図-12a, bに示した。

PEG#2000では5%では15%ほどの有効性はなく、15%と30%で差が見られなかったことから、15%が最適であると認められたセミカルバジド塩酸塩は濃度に関係なく一定の性能があったが、塩化アンモ

ニウムは濃度があがるにつれ有効性が増す傾向にあった。



図一 1 2 b 辺材の変色防止効果の濃度依存性



図一 1 2 b 黒褐色系の変色防止効果の濃度依存性

IV まとめ

スギ材特徴を生かすため、材色分類・選別してパネル製造方法について検討し、付加価値を高めることまで研究を行った。得られた結果の概要は以下のとおりである。

(1) 丸太の木口面は伐採されて2~3ヶ月経過した場合は黒褐色系統に変色していることが多く、切断直後に観察された内部の心材色は赤系統の材色を持つ丸太も多く見られた。このことは黒心判定に注意を要する。

(2) 中目丸太の心材率は66%で、細りがなく真円

に近い理想的な丸太の場合、辺材の白色系の板材も3割ほど採材可能である。

(3) 製材された板材材色は、乾燥過程で色の範囲が広がりバラツキが大きくなるが、外気に直接ふれていない面まで切削すると、バラツキは小さくなる。

(4) 丸太段階での心材色予測は、直接の木口面よりも数センチ切断した内部の材色が、乾燥切削後の仕上げ材の材色をよく反映している。

(5) スギの材色を赤系統、黄色系統、黒褐色系統などグループに分類できると仮定すると、a*、b*のみによって機械的分類が可能である。

(6) 明るい赤系統、黄色系統は材面の材色が安定しており材色が均一な板材がかなりの割合で採取可能であった。

(7) 材色変化の大きいスギ材も分類し、小片化することで、グラデーションを利用した模様・マークなどを描くことができる。また心辺材間で色差の大きいことを利用した文字看板に有効である。

(8) 室内に設置したパネルでも窓からの光がわずかに当たる場合、1年経過後には大きな材色変化をもたらし、材色分類の付加価値は失われる。

(9) 簡易な塗布によって辺材の白色系、心材の黄色系、黒褐色系は耐光性を付与するのに有効なものが認められた。

(10) 辺材はPEG#2000の15%1回塗り、心材の黄色系は市販の塗料アクレックス3550クリヤー1回塗り、黒褐色系はセミカルバジド塩酸塩5%、塩化アンモニウム高濃度溶液1回で高い耐光性が認められた。

V 参考文献

(1) 今村博之ら (1983) 木材利用の化学, 共立出版, 東京

(2) 城代進ら (1993) 木材科学講座4 化学, 海青社, 大津